

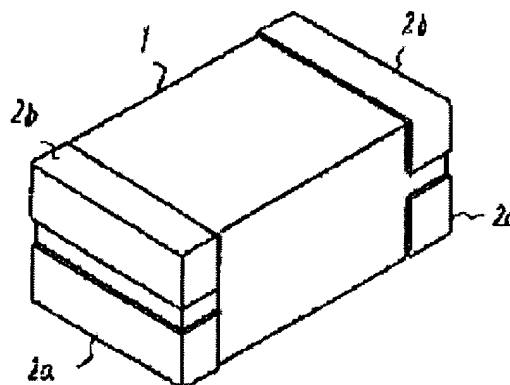
ELECTRONIC COMPONENT

Patent number: JP5159962
Publication date: 1993-06-25
Inventor: MANABE SHINJI
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- international: H01G1/14; H01C1/14;
- european:
Application number: JP19910350981 19911210
Priority number(s):

Abstract of JP5159962

PURPOSE: To obtain an electronic component whose rating can be made different by changing its mounting direction by a method wherein the electronic component is provided with a plurality of terminals for mounting and bonding whose ratings are different.

CONSTITUTION: A plurality of terminals 2a, 2b for mounting and bonding use are installed on an electronic component 1; the individual terminals for mounting and bonding use are provided with different ratings. Thereby, the labor of the purchase and the control of the electronic component 1 can be saved, and a rating can be changed by using any of non-connected terminals after the electronic component has been mounted on a printed wiring board. As a result, the repairing of the electronic component can be enhanced.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-159960

(43) 公開日 平成5年(1993)6月25日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 41/14		7371-5E		
G 1 1 B 5/85	B	7303-5D		
5/852	Z	7303-5D		
H 0 1 J 37/30	Z	9172-5E		
		8617-4M		
			H 0 1 L 21/265	D

審査請求 未請求 請求項の数9(全6頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-324223

(22) 出願日 平成3年(1991)12月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 間所 祐一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 梅村 馨

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 川浪 義実

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 磁化膜の製造方法

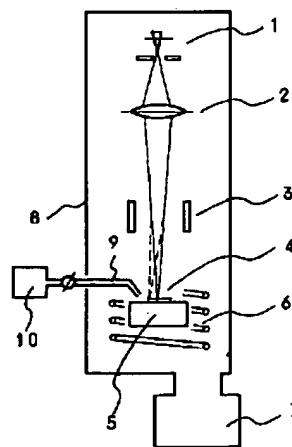
(57) 【要約】

【目的】 パターン化した微細な磁化膜を簡便に製造する方法、及び該製法による磁化膜を応用したデバイスを提供する。

【構成】 試料基板近傍に磁化コイルを設置し、FIBI Dによる磁性膜の堆積と、磁化を行なう。イオンビームの直径は1 μ 以下にできるため、イオンビームの偏向により、所望のパターンが直描によって得られる。

【効果】 微細な磁化膜の形成が簡便にでき、製造に要する時間、コストが低減できる。また、微細な磁化膜を応用した集積回路の高性能化に寄与する。

図 1



- | | |
|--------------|--------------|
| 1 … 液体金属イオン源 | 6 …… 磁化コイル |
| 2 … 集束レンズ | 7 …… 真空ポンプ |
| 3 … 偏向器 | 8 …… 真空チャンバー |
| 4 … 基板 | 9 …… ガスノズル |
| 5 … 試料台 | 10 … ガスリザーバ |

【特許請求の範囲】

【請求項1】 集束イオンビーム誘起堆積法を用いたことを特徴とする磁化膜の製造方法。

【請求項2】 請求項1において、膜の形成を行う基板を磁界中に置き、膜堆積と膜の磁化を同時に行う磁化膜の製造方法。

【請求項3】 請求項1の磁化膜の磁気を用いた半導体集積回路。

【請求項4】 請求項1による磁化膜を用いた磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項1において、用いるガスとして、鉄、ニッケル、コバルトのカルボニル化合物及び、鉄、ニッケル、コバルトを含む有機金属錯体を用いた磁化膜の製造方法。

【請求項6】 請求項3において、電子波の位相変調にこの製造方法による磁化膜を用いた半導体集積回路。

【請求項7】 請求項4において、成膜中の磁界の方向を変えることにより膜中の磁化の方向を局所的に制御する磁気記録媒体。

【請求項8】 請求項1において、微小機械部品の運搬に前記磁化膜を用いた微小機械の製造方法。

【請求項9】 請求項1による製造方法で形成した磁化膜によるマーキングを用いた半導体集積回路の補修方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は局所的に堆積された磁化膜による磁界を用いた集積回路の製造に用いられる磁化膜の製造方法、高密度の磁気記録媒体の製造方法、集積回路の補修方法、微小機械の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 電子ビーム誘起堆積法による強磁性体膜である鉄の膜堆積に関してはR. R. Kunzらにより、ジャーナル・オブ・バキューム・サイエンス・アンド・テクノロジー B 6 (1988年) 第1557頁から1564頁(J. Vac. Sci. Technol. B 6 (1988) 1557-1564) に報告されている。また、堆積強磁性体膜をパターン化する場合には、膜形成後にリソグラフィーによるパターンニングを施す方法が通常行われてきた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記Kunzらの公知例では、集束イオンビーム誘起堆積法（以下FIBID）による強磁性体膜の堆積方法は示されていたが、膜の磁化の方法及び、形成した微細な磁化膜の応用については議論されていなかった。本発明は、最初からパターン化した状態で基板表面に磁化膜を形成することを目的とする。また、これにより微細な磁気記録、半導体回路の高性能化、及び、微小な磁界を応用した半導体回路の製造を行なう。

【0004】

【課題を解決するための手段】 直径1 μ 以下の集束イオ

ンビーム（FIB）を用い、これを基板上で走査しながら強磁性体金属を含む反応性ガスを基板に吹き付け、ビームを走査した微細なパターン領域にのみ強磁性体膜を形成するFIBIDにより膜を形成し、形成膜に磁界を印加することにより、パターン化した磁化膜を基板上に形成する。

【0005】

【作用】 FIBの直径は1 μ 以下にまで絞ることが可能なため、ビームを基板上で走査しながら強磁性体金属を含むガス雰囲気中で堆積を行う。FIBIDを用いることにより、所望のパターン形状をもつ強磁性体膜が直接描画により得られる。この際、試料台の付近に設置したコイル、電磁石、永久磁石などにより磁界を発生させ、堆積膜を磁界中に置くことにより、強磁性体膜を磁化することができる。この磁化の方向はその後、強磁界をかけない限り変化しないため、所望の向きの磁化をもち、かつ、パターン化された薄膜を形成することができる。

【0006】

【実施例】 <実施例1> 図1は本発明の一実施例としてFIBIDによる磁化膜製造装置の断面図を示したものである。液体金属イオン源1から放出されたイオンは静電レンズ2により集束され、基板4上で1 μ 以下の直径のビームを形成する。イオン源及び、集束レンズ系は10の-6乗Torr程度ないし、それ以上の真空度が保たれた真空チャンバ8に収められているが、試料表面にはノズル9により、強磁性体となる金属を含む化合物のガスが供給されており、試料表面は局所的に高い圧力のガス雰囲気中にある。エネルギー数10 keVに加速されたイオンは偏向器3で所望のパターン状に走査され、試料面に吸着されたガスを分解し、ガス中の金属を堆積させる。集束イオンビーム装置の試料台5にはコイル6を巻き、基板が様な磁界内に存在するようにする。但し、堆積と磁化を同時に行う場合、偏向により磁界の向きと粒子速度のベクトルは完全には一致しないのでローレンツ力を受け、イオンの軌道が偏向を受ける。磁界強度はイオンの質量、加速エネルギーに依存して調節しなければならない。即ち、軽いイオンの場合には偏向を大きく受けるため、磁界を弱く、重いイオンの場合には偏向されにくいいため、磁界を強くすれば良い。

【0007】 <実施例2> 図2に本発明により作製した電子波干渉回路を示す。本回路は線幅約1 μ のアルミニウム導線で作製した。回路14、15、16を絶縁体であるSiO₂基板11上に形成し、この上にさらに保護膜であるSiO₂膜12を化学気相成長法により約1 μ の厚さに形成したものである。アルミ配線中での電子の散乱を防ぐため、回路の動作は極低温で行う。電子波干渉回路は、二つの経路を通して来る電子波の位相が同じ場合と逆になる場合で、出力側の信号が1、0のように変化することを利用する電子デバイスである。磁化膜13を形成する前の出力結果を図3に示す。磁束が回路中

に存在しない場合、各回路中の配線17と配線18(図4)を通して来る電子波の位相は同じであり、干渉して20に生じる出力はどの回路でも同じく1である。しかし、電子波の位相は回路中に磁束の有無で異なることがAB効果として知られている。微小な磁化膜13を堆積することにより、回路15中の導線17、18の電子波の位相は変化し、配線17と配線18を通して来る電子波の位相が逆転し、互いの干渉により出力が0になる。図2中に示した回路にこのように磁化膜による「書込み」を行ったときの出力を図5に示した。「書込み」を行った回路15では出力が0に近くなっていることがわかる。完全に0にならないのは、磁化強度の調節が不十分で、位相が完全に逆になっていないためである。回路中に生じさせる磁束の大きさについては最適な値があり、磁化膜の堆積を行う時点で、膜の大きさ、磁化の強さにより調節を行う必要がある。また、非常に近接して回路を形成する場合、隣接した回路に磁束が漏れる可能性があるため、回路相互の間隔は限定される。

【0008】<実施例3>本発明は、イオンビームを用いた誘起反応に関するものであるが、電子ビームを用いてもほぼ同様のことが達成できる。しかし、通常の場合、イオンビーム誘起反応の方が反応の効率、即ち、入射一粒子当りに分解する反応分子の数が多い。電子ビームを用いた場合は反応の効率は悪くなるが、イオンと比べて微細に集束することが容易であること、大電流が得られやすいなどの長所もある。但し、電子ビームの場合は、イオンと比較して質量が小さいため、磁界内で偏向を受け、サイクロトロン運動を行う。このため、磁界内で微細なビームを偏向し、位置合わせを行ないつつ、 μ ないしサブ μ 程度の微細な磁化膜パターンを形成し、さらに、同時に磁化することは困難である。従って、膜形成と生成膜の磁化を別々に行う必要がある。しかし、局所的な膜ではなく、巨視的な大きさの膜を形成するに当たってはこの方法は有効である。例えば、図6に示したような大電流電子源21を用いて電子線22を基板23に照射して反応を起こし、同時にコイル24で磁化を行う構成を用いれば大面積の磁化膜形成を行うことができる。

【0009】<実施例4>FIBIDを用いて高密度の磁気記録媒体を基板上に形成する方法を示したのが図7である。イオンビーム照射点の近くに設置したコイル27の電流の向きを変えることにより、堆積膜の近くの磁界の向きは反転する。電流の向きを反転させ、磁界の向きを変えながらライン状に磁化膜29を堆積した。これにより、部分的に磁化の向きが異なる磁化膜を堆積することができた。パターンをかき連ねることにより幅0.1 μ 、長さ0.2 μ の領域に1ビットの情報を持つ磁気記録媒体を形成することができた。さらにコイル27の方向を可動にする、或いは、複数のコイルを配置することにより、磁化の向きを基板面に対して自由に变えて

記録を行うことができる。

【0010】図8は、微細なコイルによる局所的な磁界を用いず、実施例1と同様の装置で、磁気記録媒体を形成したものである。本例では、磁化の方向は一定であり、磁化膜32の有無で1、0の情報を表している。磁化コイルの磁界の局所性が不要なため、この場合の記録密度は、ほぼビーム径によって決まる。通常磁気記録では書き込みヘッドの大きさによって記録密度の上限が限定されるが、この方式では、従来の方式に比べ、記録密度を向上させることが可能である。例えば、イオンビームを用いた場合、10ナノメートル程度のビーム径が実現可能であり、記録密度もそれにより高密度化できる。本例では、1ビットの記録面積は、20nm \times 40nmである。

【0011】上記の磁気記録媒体からの情報の読み出しは、従来の磁気ヘッドでは位置分解能の問題から困難である。しかし、磁界による電子ビームの偏向を利用すれば可能である。電子ビームを基板に平行に入射した場合、その偏向角は電子が通過したすべての点で受ける偏向角の積分になるため、最も一般的には、磁気記録媒体が存在する基板をビームに平行に回転させてすべての入射角での偏向角の情報を得ることによってはじめて、基板上の磁界強度の分布が計算され、即ち、記録された情報が得られる。しかし、通常、磁気記録は完全に二次元的にされていることはなく、記録の方向も明確に限定されているため、このように基板を回転させて全入射角に対する偏向角の情報を得る必要は無い。例えば、図7のように一方向のみの記録の場合、記録方向(磁化膜を付けていく方向)と垂直に電子ビームを入射し、偏向角が小さい場合(隣接する磁化膜の上まで電子が偏向されない程度)、膜の磁化方向によって決まる一定の方向に電子ビームが偏向され、膜が無い場合は偏向角は0である。従って、偏向電子の検知器もこの方向にのみ配置しておけばよく、情報の読み出しは容易である。図8のように、二次元的に配列されている場合は、このように単純な方法では読み出しができないが、決められた何方向からの入射電子の偏向角を測定することによって、やはり記録されている全情報を得ることができる。記録に用いた膜の磁化の方向が基板と垂直でない場合は、電子は基板に垂直な方向にも偏向される。この場合、電子が基板から離れる方向に力を受けるように設定すれば、一度偏向を受けた後は他の磁化膜からの偏向を受けにくく、電子ビームの入射点のみで偏向されることになる。電子の軌道に関して積分された情報でなく、各点での情報が直接得られるため、高密度の記録に対しては、この方式は有効である。

【0012】<実施例5>磁化膜の磁界強度は弱い、非常に小さな機械部品、例えば、マイクロメカニクスで使われるギヤ、カムなどの機械部品を支持するには充分である。ここでは、このような部品の支持運搬方法とし

て、磁化膜を利用した例を示す。図9は、FIBによる微細加工を行って切り出したギヤ34を持ち運んでいるところである。ギヤの直径は約30 μ 、厚さは約10 μ で、材質は珪素である。ギヤの切り出しは塩素ガスによるFIB誘起エッチングを用いて行った。切り出し後、ガスを鉄カルボニルFe(CO)₅に切り替えて、ギヤの表面に厚さ約1 μ の鉄Feの薄膜35を堆積した。更に磁化を行ってこの薄膜を微小な磁石にした。これにより、特別な支持方法、例えば、微小な真空ピンセットと言った器具を使わなくても、図9に示したような鉄、ニッケルなどの細い棒33を用いてこの磁石を吸いつけてやれば容易にギヤの運搬が出来る。金属膜の堆積は微小機械部品の帯電も防止し、部品同士、治具と部品間の反発、吸引等を防止するため、取扱いが容易になる。本例とは逆に、強磁性体膜を部品に堆積し、運搬治具の方に電磁石等を用いても部品の支持、運搬はできる。微細部品の方向を揃えたり、集めたりするのにも本法は使用可能である。マイクロモータなど、磁石を利用した部品をシリコンなどの材料から作製するのにも好適である。

【0013】＜実施例6＞微細な磁化膜の磁気を検知して位置を高い精度で検知するのにもこの磁化膜を使うことができる。図10は、ウェハスケール集積回路において、回路の補修を行う場合の欠陥部の検知方法を示したものである。ウェハスケール集積回路のような高集積回路になると、ウェハ上に欠陥が存在することは不可避であり、また、欠陥部を発見してもその場で完全に補修することは困難である。従って、通常、いくつかのプロセスを経て補修が行われる。その際、容易に欠陥箇所が検知できることは重要である。通常、集積回路の動作検査は電子ビームテストによる信号検知とFIBによるスパッタ加工を併用して行われる。本例では、動作不良の検知された回路をエッチングで除去し、その溝38に良品回路を埋込む方式で行っているが、埋込み後、周辺回路との再配線を行うに当たって、電子線の直描によるリソグラフィを用いている。この場合、ウェハ上にある多数の欠陥の位置を迅速に決定できれば容易に補修ができる。これを行うためにFIBによるスパッタ加工、検査の後、FIBIDにより不良部に微小な磁化膜39を堆積しておいた。次に、電子線描画に当たって、まず、ウェハ37面に近接して、表面に平行に電子ビームを走査し、ウェハ面上で偏向を受ける場所を特定した。電子ビームは微弱な磁界によっても偏向され、磁化膜によって生じる磁界でも大きな偏向を受けるため、欠陥部の位置決定は本法を用いれば容易にでき、特定された部位に補修用の配線パターンを描画した。保護膜形成後のLSI表面は絶縁性で電荷蓄積が起りやすく、走査電子顕微鏡などでは位置合わせが困難だが、本法によればウェハ上のマークを用いずに位置合わせ、描画を行なうことができる。また、図10に示したように、磁化膜の形状を変えることにより、交換用モジュールの種類などの情報

を書き込むことができるので、電子線描画パターンをそれに応じて変えることも可能である。

【0014】通常の論理回路、メモリ回路などの場合、微細な磁化膜程度の弱い磁界では、誤動作を招くことはないで、補修後も磁化膜を除去する必要はないが、磁化膜はドライエッチング、イオンビームによるスパッタリング等により除去できるため、不要になったマークは容易に消去できる。

【0015】鉄、ニッケル、コバルトなどの強磁性を示す金属は、シリコンなどの半導体中に不純物準位を形成し、半導体デバイスの性能を低下させるため、半導体集積回路には普通用いられない。しかし、FIBIDは保護膜を形成した後の半導体回路に対して行われ、集積回路の表面はSiO₂などの絶縁膜で保護されており、基板への汚染、デバイス特性の低下などは防止できる。酸化シリコン中の拡散が非常に早い元素など、特別な場合をのぞいて、この保護膜は有効である。また、FIBは数10kV～数100kV程度の加速電圧で形成されるため、1 μ 程度の厚さの保護膜、例えば、リンガラス、SiO₂などの膜を保護膜として用いれば基板にまでイオンが達することはない。

【0016】本実施例では、電子線描画を行う場合について述べたが、例えば、FIBIDを用いた配線補修を行う場合にも、場所の検知に同様の手法を使うことができる。また、ウェハ等の大きな試料を電子顕微鏡、オージェ分析装置などで観察、分析する場合の場所の指定に磁化膜の磁界を検知して行うこともできる。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、微細な磁化膜を利用した集積回路を形成することができ、回路の高性能化を実現できる。記録密度が飛躍的に高い磁気記録媒体を実現できる。また、磁化膜による位置検出、微小機械部品の支持運搬など、新しいプロセスを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による集束イオンビーム磁化膜製造装置の説明図。

【図2】本発明の一実施例であり、電子波回路に対して磁化膜の堆積により、情報の書き込みを行なった様子を示す斜視図。

【図3】図2の電子波回路の磁化膜による書き込み前の出力を示す説明図。

【図4】電子波回路の構造を示す説明図。

【図5】図2の電子波回路の磁化膜による書き込み後の出力の説明図。

【図6】電子線を利用した磁化膜製造装置の構造を示す断面図。

【図7】集束イオンビーム誘起堆積法を利用して、局所的に磁化方向を変えることで情報の記録を行なう磁気記録媒体の書き込みをしている様子を示す説明図。

7

【図8】集束イオンビーム誘起堆積法を利用し、磁化膜の有無で情報の記録を行なう磁気記録媒体の書き込みをしている様子を示す説明図。

【図9】微小なギャに磁化膜を堆積し、この磁気を利用してギャを運搬している様子を示す説明図。

【図10】集束イオンビーム誘起堆積法を用いて、ウェ

8

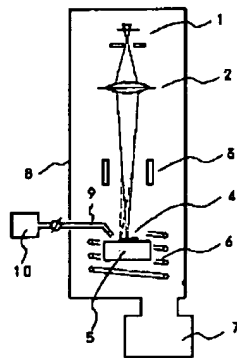
ハスケール集積回路の欠陥部にマーキングを行なっている様子を示す説明図。

【符号の説明】

6, 24, 27…磁化コイル、14, 15, 16…電子波干渉回路、13, 29, 32, 35…磁化膜、34…微小機械部品、37…ウェハスケール集積回路。

【図1】

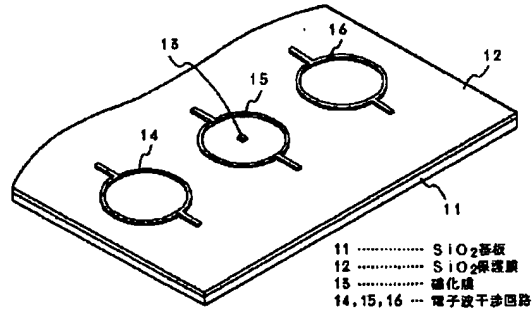
図 1



- | | |
|------------|-----------|
| 1…液体金属イオン源 | 6…磁化コイル |
| 2…聚焦レンズ | 7…真空ポンプ |
| 3…偏向器 | 8…真空チャンバー |
| 4…基板 | 9…ガスノズル |
| 5…試料台 | 10…ガスリザーバ |

【図2】

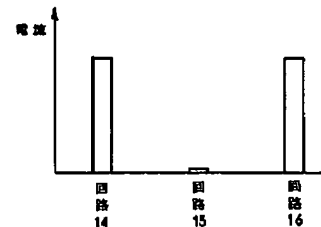
図 2



- | |
|-------------------------|
| 11…SiO ₂ 基板 |
| 12…SiO ₂ 保護膜 |
| 13…磁化膜 |
| 14, 15, 16…電子波干渉回路 |

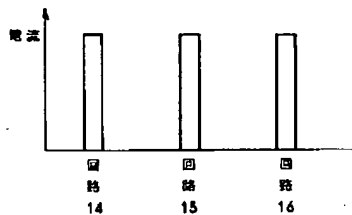
【図5】

図 5



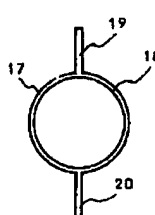
【図3】

図 3



【図4】

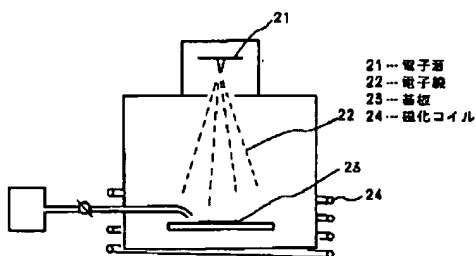
図 4



- | |
|-----------------|
| 17, 18…アルミニウム導線 |
| 19…入力端子 |
| 20…出力端子 |

【図6】

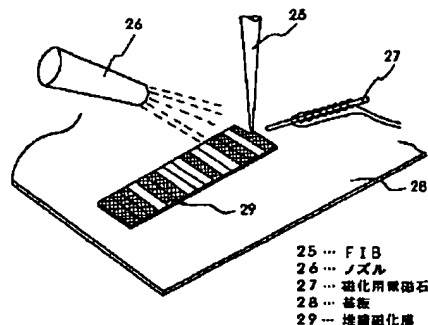
図 6



- | |
|----------|
| 21…電子源 |
| 22…電子線 |
| 23…基板 |
| 24…磁化コイル |

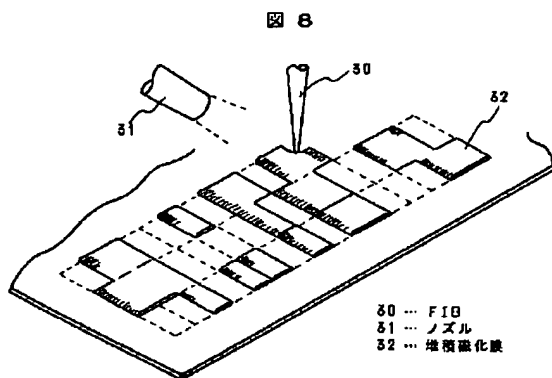
【図7】

図 7

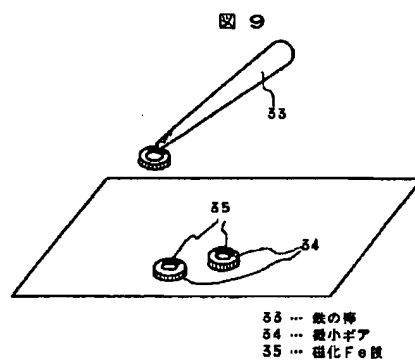


- | |
|-----------|
| 25…FIB |
| 26…ノズル |
| 27…磁化用電磁石 |
| 28…基板 |
| 29…堆積磁化膜 |

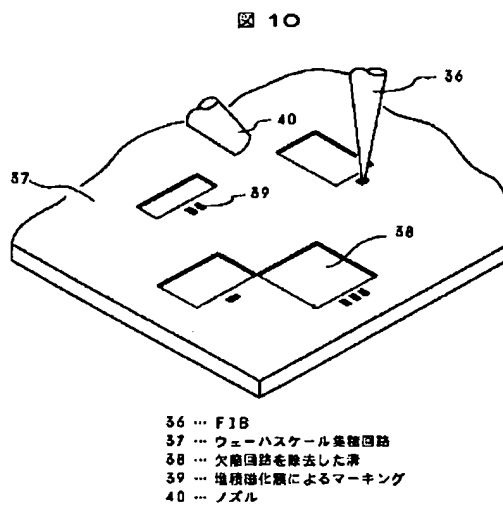
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/265				
21/268	A	8617-4M		
21/66	A	8406-4M		